



⑮ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 199 03 907 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**F 15 B 3/00**

⑳ Aktenzeichen: 199 03 907.0  
㉑ Anmeldetag: 1. 2. 1999  
㉒ Offenlegungstag: 3. 8. 2000

**DE 199 03 907 A 1**

㉑ Anmelder:  
Mannesmann Rexroth AG, 97816 Lohr, DE  
  
㉒ Vertreter:  
WINTER, BRANDL, FÜRNISS, HÜBNER, RÖSS,  
KAISER, POLTE, Partnerschaft, 85354 Freising

㉑ Erfinder:  
Dantlgraber, Jörg, 97816 Lohr, DE; Feuser, Alfred,  
Dr., 97816 Lohr, DE; Försterling, Heino, 97816 Lohr,  
DE

⑤⑤ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
zu ziehende Druckschriften:

DE 197 46 230 A1  
EP 08 57 877 A2

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

⑤④ Verfahren und Einrichtung zum Antreiben eines hydraulischen Verbrauchers

⑤⑦ Offenbart ist ein Antrieb für einen hydraulischen Verbraucher, bei dem die in einem Gas gespeicherte Energie über einen pneumatisch-hydraulischen Wandler in hydraulische Energie umgesetzt ist. Zum Wandler ist ein Freikolbenmotor parallel geschaltet, in dem in einem Kraftstoff gespeicherte Energie in hydraulische Energie umgesetzt wird, welche wiederum zum Antrieb eines hydraulischen Verbrauchers dient. Der Wandler und der Freikolbenmotor können derart energiegekoppelt werden, daß das Gas im Wandler isotherm entspannbar ist.

**DE 199 03 907 A 1**

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Antrieb für einen hydraulischen Verbraucher gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 und ein Verfahren zum Antreiben eines hydraulischen Verbrauchers gemäß dem Oberbegriff des nebengeordneten Patentanspruchs 7.

Derartige hydraulische Antriebe werden beispielsweise bei fahrbaren Arbeitsgeräten, wie Gabelstaplern eingesetzt. Diese werden häufig mit einem batteriegespeisten Elektromotor betrieben. Die für die erforderliche Batteriekapazität verfügbaren Batterien sind jedoch äußerst schwer und teuer und stehen darüberhinaus aufgrund ihres schlechten Wirkungsgrades und der schadstoffbelasteten Herstellung in der öffentlichen Kritik.

Einige Hersteller sind dazu übergegangen, anstelle der batteriegespeisten Arbeitsgeräte mit Gas betriebene Verbrennungsmotoren einzusetzen, die jedoch auch hinsichtlich der Abgase und des erheblichen Gasbedarfs Probleme bereiten.

In der EP 08 578 77 A2 der Anmelderin wird ein alternatives Konzept vorgeschlagen, wobei anstelle eines Verbrennungsmotors oder eines Elektromotors ein pneumatisch-hydraulischer Wandler in Verbindung mit einem Hydromotor eingesetzt wird. Bei einem derartigen Wandler wird die Energie eines in einem Druckspeicher gespeicherten Druckgases durch Entspannung in hydraulische Energie umgesetzt. Dieser pneumatisch-hydraulische Wandler kann beispielsweise einen Trennkolben aufweisen, der einerseits vom Gas beaufschlagt ist und über den andererseits das hydraulische Druckmittel einem hydraulischen Transformator zugeführt wird, über den der hydraulische Verbraucher, beispielsweise ein Fahrtrieb antreibbar ist. Der Begriff "pneumatisch" ist so zu verstehen, daß er nicht nur Luft als Druckgas, sondern jedwedes Druckgas, wie beispielsweise Erdgas etc. umfaßt. Diese Lösung zeigt im Vergleich zu einem elektrischen Energiespeicher (Batterie) Vorteile bezüglich Verfügbarkeit, Schnellladung etc. auf. Nachteilig bei der in der EP 08 578 77 A2 vorgeschlagene Lösung ist jedoch - ähnlich wie bei den Gas-Verbrennungsmotoren die Tatsache, daß die Reichweite durch das Volumen des Gasspeichers begrenzt ist und somit nicht allen Anforderungen genügt.

Demgegenüber liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, einen Antrieb für zumindest einen hydraulischen Verbraucher und ein Verfahren zum Antreiben eines hydraulischen Verbrauchers zu schaffen, bei denen die Kapazität eines mobilen Energiespeichers bestmöglich ausgenutzt ist.

Diese Aufgabe wird hinsichtlich des Antriebs durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 und hinsichtlich des Verfahrens durch die Merkmale des Patentanspruchs 7 gelöst.

Durch die Maßnahme, dem pneumatisch-hydraulischen Wandler einen Freikolbenmotor zuzuordnen, über den der hydraulische Verbraucher zusätzlich antreibbar ist, kann die erforderliche Speicherkapazität für das Druckgas auf ein Minimum reduziert werden. Diese Lösung läßt sich besonders vorteilhaft bei mobilen Arbeitsgeräten einsetzen, die im Freien und innerhalb von geschlossenen Räumen betrieben werden. In diesem Fall wird das Arbeitsgerät im geschlossenen Raum ohne Abgabe von schädlichen Abgasen über den pneumatisch-hydraulischen Wandler angetrieben, während im Freien der Antrieb über den als Verbrennungsmotor aufgebauten Freikolbenmotor erfolgt. D. h., das Abgasverhalten und die Reichweite des mobilen Arbeitsgerätes lassen sich in optimaler Weise an die Bedingungen (Betrieb im Freien, Betrieb im geschlossenen Raum) anpassen.

Freikolbenmotoren sind per se bereits hinlänglich aus dem Stand der Technik bekannt, so daß im folgenden ledig-

lich die wesentlichen Funktionsmerkmale erläutert seien. Ein Freikolbenmotor ist im Prinzip ein nach dem 2-Takt-Verfahren arbeitender Verbrennungsmotor, bei dem anstelle eines Kurbeltriebes ein hydraulisches System zwischen geschaltet ist. Dazu ist der Motorkolben mit einem Hydraulikkolben verbunden, über den die während eines Motorarbeitstaktes erzeugte translatorische Energie ohne den klassischen Umweg über die Rotationsbewegung eines Kurbeltriebes direkt dem hydraulischen Arbeitsmedium (Druckmittel) zugeführt wird. Der dem Freikolbenmotor nachgeschaltete Hydraulikkreislauf ist derart ausgelegt, daß er die abgegebene Arbeit aufnimmt, zwischenspeichert und je nach Leistungsbedarf einer hydraulischen Antriebseinheit zuführt.

Erfindungsgemäß ist vorgesehen, daß ein derartiger Freikolbenmotor und der pneumatisch-hydraulische Wandler alternativ oder ergänzend betrieben werden, um einen vorzugsweisen sekundärgeregelten oder mittels Hydrotransformator geregelten hydraulischen Verbraucher anzutreiben.

Dieser Verbraucher kann beispielsweise ein Zylinder oder ein Hydromotor mit vorzugsweise zwei Strömungsrichtungen sein.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn der Freikolbenmotor durch Verbrennung des dem pneumatisch-hydraulischen Wandlers zugeführten Druckgases betrieben wird. Bei dieser Variante wird dann lediglich ein einziger, gemeinsamer Tank für das Druckgas erforderlich.

Bei der Entspannung im Wandler kühlt das Druckgas ab, was den Wirkungsgrad des Wandlers verschlechtert. Dieser Wirkungsgrad läßt sich wesentlich erhöhen, indem die beim Antrieb des Freikolbenmotors freiwerdende Wärme zur Erwärmung des expandierenden Druckgases verwendet wird, so daß sich praktisch eine isotherme Entspannung mit einem Wirkungsgrad für den pneumatisch-hydraulischen Wandler erzielen läßt, der nahe 1 liegt.

Zur Vergleichmäßigung des am hydraulischen Antrieb anliegenden Druckes ist in einer Druckleitung zum Verbraucher ein Hydrospeicher vorgesehen.

Bei dieser Konstruktionsvariante wird es besonders bevorzugt, wenn der hydraulische Verbraucher sekundärgeregt ausgeführt ist, so daß beispielsweise beim Abbremsen des hydraulischen Antriebes freiwerdende Energie zum Laden des Hydrospeichers verwendbar ist.

Die Energiebilanz des erfindungsgemäßen Systems läßt sich weiter verbessern, indem der pneumatisch-hydraulische Wandler über den Freikolbenmotor derart antreibbar ist, daß die Druckgasspeicher aufladbar sind. Selbstverständlich könnte diese Energie zum Aufladen der Druckspeicher über den Wandler auch von außen auf sonstige Weise zugeführt werden.

Als Gas wird vorzugsweise Erdgas (bei Nutzung der Expansionsenergie und anschließender Verbrennung) bzw. Luft mit einem Druck von beispielsweise 200 bar eingesetzt. Durch das erfindungsgemäße Antriebskonzept lassen sich die vorhandenen Nachteile der einzelnen Antriebe (Freikolbenmotor, Wandler) minimieren, indem diese einzeln nur in Extremsituationen betrieben werden und beim gemeinsamen Betrieb durch Wärme- und Energiekopplung eine wesentliche Erhöhung des Wirkungsgrades gegenüber den Einzelantrieben herbeigeführt wird.

Die sonstigen Unteransprüche betreffen weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung.

Im folgenden werden bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung schematischer Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein Blockschaubild eines erfindungsgemäßen Antriebskonzeptes;

Fig. 2 ein Schaltschema eines Antriebs eines hydraulischen

schen Verbrauchers gemäß dem Antriebskonzept aus Fig. 1, wobei Luft als Druckgas verwendet wird und

Fig. 3 eine Alternative zum Antrieb aus Fig. 2, bei der Erdgas als Druckgas verwendet wird.

In Fig. 1 ist schematisch ein Blockschaubild des erfindungsgemäßen Hybridantriebskonzeptes für hydraulische Verbraucher dargestellt. Demgemäß wird die zur Ansteuerung des hydraulischen Verbrauchers benötigte Energie durch Umsetzung von in einem Brennstoff gespeicherter Energie (fossiler Energieträger) und in einem Druckgas gespeicherter Energie (pneumatischer Energieträger) in hydraulische Energie, d. h. in einem hydraulischen Medium gespeicherte Energie (Druck, Geschwindigkeit) umgesetzt. Das in Fig. 1 dargestellte Gesamtkonzept ermöglicht den Antrieb eines hydraulischen Verbrauchers, beispielsweise eines Hydromotors 2 eines Flurförderfahrzeuges (Gabelstapler) mit minimaler Energie, bei exzellentem Abgasverhalten und geringem vorrichtungstechnischen Aufwand. Das Anlagenkonzept ist so ausgestaltet, daß zumindest die auf der pneumatischen (Druckgas-)Seite erforderlichen Anlagen weitestgehend energiegekoppelt mit den sonstigen Modulen sind.

Fig. 2 und 3 zeigen Anlagenschemata, mit denen das Blockschaubild gemäß Fig. 1 realisiert ist, wobei die in den Anlagenschemata gemäß Fig. 2 und 3 verwendeten Bauelemente ihre Entsprechung in den in Fig. 1 dargestellten Blöcken finden.

Das Grundkonzept der Erfindung sei zunächst anhand Fig. 1 erläutert. Wie bereits in der Einleitung erwähnt, besteht dieses erfindungsgemäße Konzept darin, die zum Antrieb eines hydraulischen Verbrauchers 2 erforderliche Energie einerseits einem unter Druck stehenden Gas zu entnehmen und/oder durch Verbrennung eines fossilen Energieträgers zu erhalten. Die gezeigte Anlage schließt dabei auch die Kompression des beim Prozeß verwendeten Gases ein. Beim gezeigten Prozeß wird ein Gas verwendet, das zunächst allgemein Luft oder ein gasförmiger, fossiler Energieträger sein kann. Für letzteren bietet sich beispielsweise Erdgas an.

Das Gas wird in einem über eine Hydropumpe 4 betriebenen Kompressor 6 auf den gewünschten Druck, beispielsweise 200 bar verdichtet und in geeignete Speicher 8, beispielsweise eine Gasflaschenanlage abgefüllt. Die Hydropumpe 4 kann durch einen üblichen Elektro- oder Verbrennungsmotor angetrieben werden. Alternativ dazu könnte der Antrieb jedoch auch durch Ausnutzung der Wind- oder Sonnenenergie erfolgen. Gemäß dem Blockschaubild in Fig. 1 wird somit mechanische Energie, d. h. Antriebsenergie für die Hydropumpe 4 in hydraulische Energie umgesetzt, d. h. diejenige Energie, die zum Betrieb des Kompressors 6 erforderlich ist. Über diesen Kompressor 6 wird dann das mit Niederdruck (beispielsweise 20 bar) zugeführte Gas auf den genannten Hochdruck (200 bar) gebracht. Bei der Kompression eines näherungsweise als ideal angenommenen Gases unterscheidet man die isotherme und die adiabate Kompression. Bei isothermen Vorgängen bleibt die Temperatur des Gases konstant, so daß die zur Kompression erforderliche Energie aus dem Druckgas in Form von Wärmeenergie an die Umgebung abgegeben wird. Bei adiabaten Vorgängen verbleibt die zur Kompression erforderliche Energie im Gas. Diese Änderung der Energie bei der Kompression äußert sich als Temperaturerhöhung, während sie bei der Expansion eine Temperaturabsenkung des Gases bewirkt. Im erstgenannten Fall wird durch die Kompression keine Energie im Gas gespeichert, während im letztgenannten Fall (adiabate Kompression) von einer Energiespeicherung im Gas gesprochen werden kann. Da der reale Zustand zwischen den beiden vorbeschriebenen Zuständen liegen dürfte, wird

im folgenden bei der Kompression des Gases vereinfachend von einer im Gas gespeicherten Energie gesprochen, die mittelbar in hydraulische Energie umsetzbar ist.

Das in der Gasflaschenanlage (Speicher 8) gespeicherte Gas wird über eine Dockingstation 10 an eine kleinere Einheit, beispielsweise einen mobilen Speicher 12 abgegeben. Die in diesem mobilen Speicher 12 gespeicherte Gasenergie  $E_{pn}$  wird über einen Wandler 14 in hydraulische Energie  $E_{hy}$  umgesetzt.

D. h. durch Expansion des Gases wird mit Hilfe des Wandlers 14 ein hydraulisches Druckmittel mit Druck beaufschlagt und die im Druckmittel gespeicherte Energie zum Antrieb des Verbrauchers 2, beispielsweise eines Hydromotors genutzt. Die hydraulische Energie wird somit in mechanische Energie  $E_{mech}$  umgesetzt.

Der vorliegende Ablauf entspricht – abgesehen von der anfänglichen Kompression des Druckgases – demjenigen Verfahren, wie es bereits in der genannten EP 08 578 77 A2 beschrieben ist.

Dem vorgeschriebenen Anlagenteil ist ein Freikolbenmotor 16 parallel geschaltet, der ebenfalls zum Antrieb des hydraulischen Verbrauchers 2 nutzbar ist. Wie bereits beschrieben, handelt es sich bei derartigen Freikolbenmotoren um nach dem 2-Takt-Verfahren arbeitende Verbrennungskraftmaschinen, die die zugeführte Energie eines Kraftstoffes in mechanische oder hydraulische Energie umsetzen.

Bei dem in Fig. 1 dargestellten Prozeß wird dieser Kraftstoff in einem eigenen Speicher 18 zur Verfügung gestellt.

Das im Wandler 14 und im Freikolbenmotor 16 druckbeaufschlagte Druckmittel wird aus einem Druckmitteltank 26 entnommen.

Die Leistung des Wandlers und des Freikolbenmotors ist erfindungsgemäß so ausgelegt, daß die zum Antrieb des hydraulischen Verbrauchers 2 erforderliche Höchstleistung dann erreicht ist, wenn beide Antriebsteile (Wandler 14, Freikolbenmotor 16) parallel arbeiten. D. h. beide Einheiten können mit vergleichsweise geringerer Leistung ausgelegt werden, da die Höchstleistung durch Nutzung beider Kraftmaschinen erreichbar ist.

Wenn die Höchstleistung nicht erforderlich ist, kann je nach Anwendungsfall einer der beiden Antriebsstränge (Wandler 14, Freikolbenmotor 16) genutzt werden – so wird in geschlossenen Räumen die schadstofffreie Nutzung der im Gas gespeicherten Energie den Vorzug erhalten, während bei Transportfahrten im Freien der Antrieb ausschließlich oder überwiegend mit Hilfe des Freikolbenmotors 16 erfolgen wird.

Gemäß dem Anlagenschema nach Fig. 2 wird als Druckgas Luft verwendet. Der Antrieb der Pumpe 4 erfolgt beispielsweise über Windenergie, d. h. über ein Windrad 20, über das die Hydropumpe 4 angetrieben wird. Mit Hilfe dieser Pumpe kann dann ein herkömmlicher Kompressor 6 mit Hydromotor zur Verdichtung der Luft verwendet werden. Prinzipiell ließe sich als Kompressor 6 jedoch auch der Wandler 14 einsetzen, wobei die Energie-Umsetzung allerdings, umgekehrt wie bei dem in der EP 08 578 77 A2 beschriebenen Wandler, die über die Hydropumpe 4 zur Verfügung gestellte hydraulische Energie zur Verdichtung der Luft eingesetzt wird. D. h., bei entsprechender Auslegung der Anlage kann der Wandler 14 auch die Funktion des Kompressors 6 übernehmen. Dies ist in Fig. 2 dadurch angedeutet, daß das Bezugszeichen 14 (beim Kompressor 6) hinzugefügt ist. Die Kühlung des Kompressors 6 (Wandler 14) bei der Kompression des Gases kann beispielsweise durch Umgebungsluft erfolgen. Mit den auf den Wandler 14 gerichteten bzw. von diesem wegführenden wellenförmigen Pfeilen ist in Fig. 2 das Ansaugen des Druckgases (Luft, Erdgas) bzw. das Abgeben des entspannten Druckgases

(Luft, Erdgas) gekennzeichnet.

Die auf 200 bar komprimierte Luft wird dem stationären Speicher 8, d. h. beispielsweise einer Gasflaschenanlage zugeführt. Wie eingangs beschrieben, wird das Druckgas von diesem stationären Speicher 8 über die Dockingstation 10 in einen mobilen Speicher 12 übergeführt, der beispielsweise eine Gasflasche auf dem mobilen Arbeitsgerät, beispielsweise einem Gabelstapler sein kann.

Die im mobilen Speicher 12 gespeicherte Energie wird über den Wandler 14 in hydraulische Energie umgesetzt und das Druckmittel zum Antrieb des Hydromotors 2 verwendet. Wie in Fig. 2 gestrichelt angedeutet ist, kann zur Vergleichmäßigung des Drucks im Hydraulikteil in der Druckleitung 22 zum Hydromotor 2 ein Hydrospeicher 24 vorgesehen werden.

In diesen Hydrospeicher 24 wird auch das vom Freikolbenmotor 16 druckbeaufschlagte Fluid gefördert, wobei bei dem in Fig. 2 dargestellten Ausführungsbeispiel die Energie zum Antrieb des Freikolbenmotors 16 aus dem als Flüssigkeitstank ausgebildeten Speicher 18, der einen herkömmlichen flüssigen Kraftstoff, wie Benzin oder Diesel enthält, gewonnen wird.

Im Wandler 14 wird die Luft während der Expansion abgekühlt, so daß ein Teil der in ihr gespeicherten Energie verloren geht. Um diesen Energieverlust zu vermeiden, wird die expandierte Luft 14 im Wandler durch Energiekopplung mit dem Freikolbenmotor 16 erwärmt, d. h., die beim Betrieb des Freikolbenmotors 16 abgegebene Wärme wird über geeignete Wärmetauscher zur Erwärmung der Luft auf der pneumatischen Seite des Wandlers 14 verwendet. Es stellt sich eine isotherme Expansion ein, so daß der Wirkungsgrad des Wandlers 14 bei 1 liegt. Die Energiekopplung mit dem Freikolbenmotor 16 kann beispielsweise über einen Wärmetauscher erfolgen, durch den das zur Kühlung des Freikolbenmotors 16 verwendete, erwärmte Kühlwasser zur Erwärmung des Wandlergehäuses 14 verwendet werden kann. Die Abgase des Freikolbenmotors 16 werden wie mit dem Pfeil angedeutet an die Umgebung abgegeben.

Die Energiebilanz des erfindungsgemäßen Prinzips läßt sich weiter verbessern, wenn ein sekundäreregelter Fahr-antrieb (Hydromotor 2) verwendet wird, so daß die beim Abbremsen des Fahrzeugs freiwerdende Energie zum Einspeisen von Druckmittel in den Hydrospeicher 24 verwendet werden kann.

Bei derjenigen Variante, bei der der Wandler 14 als Kompressor zur Komprimierung der Luft verwendet wird, könnte der Freikolbenmotor 16 anstelle der Hydropumpe 4 zum Antrieb des Wandlers 14 in umgekehrter Wirkrichtung eingesetzt werden. Dies setzt jedoch voraus, daß der Freikolbenmotor mit einer entsprechenden Leistung ausgeführt wird, bzw. ausreichend Zeit zum Laden verfügbar ist.

Das in Fig. 3 dargestellte Ausführungsbeispiel entspricht in wesentlichen Zügen dem vorbeschriebenen Ausführungsbeispiel. Anstelle von Luft wird jedoch Erdgas (NG) als Druckgas verwendet. Mit diesem wird in den Anlagekomponenten 6 bis 14 genauso wie mit Luft gearbeitet, weshalb in Fig. 3 nicht alle diese Komponenten eingezeichnet sind. Ein wesentlicher Unterschied zur vorbeschriebenen Ausführungsform besteht darin, daß der Freikolbenmotor 16 nicht durch Benzin oder Diesel angetrieben wird, sondern daß der Energieträger das zum Antrieb des Wandlers 14 verwendete Erdgas ist. D. h., im Freikolbenmotor 16 wird das Erdgas verbrannt, das im Wandler 14 auf einen geeigneten Druck entspannt wurde. Diese Variante hat den Vorteil, daß ein Flüssigkeitstank entfallen kann, so daß der Antrieb sehr kompakt ausgeführt werden kann. Es ist lediglich ein Gas-zwischenspeicher 18 vorhanden.

Wie beim vorbeschriebenen Ausführungsbeispiel wird im

Wandler 14 eine isotherme Expansion durch einen Wärmeaustausch mit dem für den Freikolbenmotor 16 eingesetzten Kühlmittel (Wasser, Luft) eingestellt.

Bei den vorbeschriebenen Ausführungsbeispielen wurde auf eine Beschreibung der Wandlerkonstruktion verzichtet. Diesbezüglich sei auf die Ausführungen in der EP 08 578 77 A2 verwiesen, deren Offenbarung zur Offenbarung der vorliegenden Anmeldung zu zählen ist.

Offenbart ist ein Antrieb für einen hydraulischen Verbraucher, bei dem die in einem Gas gespeicherte Energie über einen pneumatisch-hydraulischen Wandler in hydraulische Energie umgesetzt ist. Zum Wandler ist ein Freikolbenmotor parallel geschaltet, in dem in einem Kraftstoff gespeicherte Energie in hydraulische Energie umgesetzt wird, welche wiederum zum Antrieb eines hydraulischen Verbrauchers dient. Der Wandler und der Freikolbenmotor können derart energiegekoppelt werden, daß das Gas im Wandler isotherm entspannbar ist.

#### Patentansprüche

1. Antrieb für einen hydraulischen Verbraucher (2), mit einem pneumatisch-hydraulischen Wandler (14), über den in einem Gas gespeicherte Energie in hydraulische Energie umsetzbar und zum Antrieb des hydraulischen Verbrauchers (2) verwendbar ist, **gekennzeichnet durch** einen Freikolbenmotor (16), der parallel zum Wandler (14) geschaltet ist, so daß der Verbraucher (2) wahlweise über den Wandler (14) und/oder über den Freikolbenmotor (16) antreibbar ist.
2. Antrieb nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Verbraucher (2) ein hydraulischer Rotations- oder Linearantrieb ist.
3. Antrieb nach Patentanspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Freikolbenmotor (16) durch Verbrennung des Gases betreibbar ist.
4. Antrieb nach Patentanspruch 3, gekennzeichnet durch einen Wärmetauscher, über den die beim Verbrennungsvorgang freiwerdende Wärme an den Wandler (14) abgebar ist.
5. Antrieb nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß dem Verbraucher (2) ein Hydrospeicher (24) zugeordnet ist, der vom Freikolbenmotor (16), vom Wandler (14) und ggf. von dem Verbraucher aufladbar ist.
6. Antrieb nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Gas Erdgas (CNG) ist.
7. Verfahren zum Antreiben eines hydraulischen Verbrauchers (2), wobei in einem Gas gespeicherte Energie über einen Wandler (14) in hydraulische Energie umgesetzt und zum Antrieb des hydraulischen Verbrauchers (2) verwendet wird, dadurch gekennzeichnet, daß diese hydraulische Energie alternativ oder zusätzlich in einem Freikolbenmotor (16) erzeugt wird, der parallel zum Wandler betrieben wird.
8. Verfahren nach Patentanspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Gas zum Antrieb des Freikolbenmotors (16) verwendet wird.
9. Verfahren nach Patentanspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß die bei der Verbrennung im Freikolbenmotor (16) erzeugte Wärme zur Erwärmung des entspannten Gases verwendet wird.
10. Antrieb nach einem der Patentansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der pneumatisch-hydraulische Wandler (14) auch zur Gaskomprimierung einsetzbar ist.
11. Verfahren nach Patentanspruch 10, dadurch ge-

kennzeichnet, daß der Wandler (14) zur Gaskompri-  
mierung vom Freikolbenmotor (16) angetrieben wird.

12. Verfahren nach Patentanspruch 10 oder 11, da-  
durch gekennzeichnet, daß der Wandler zur Kompri-  
mierung durch Wind- oder Sonnenenergie antreibbar 5  
ist.

13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Patent-  
ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß als Gas Luft  
oder Erdgas verwendet wird.

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

10

15

20

25

30

35

40

45

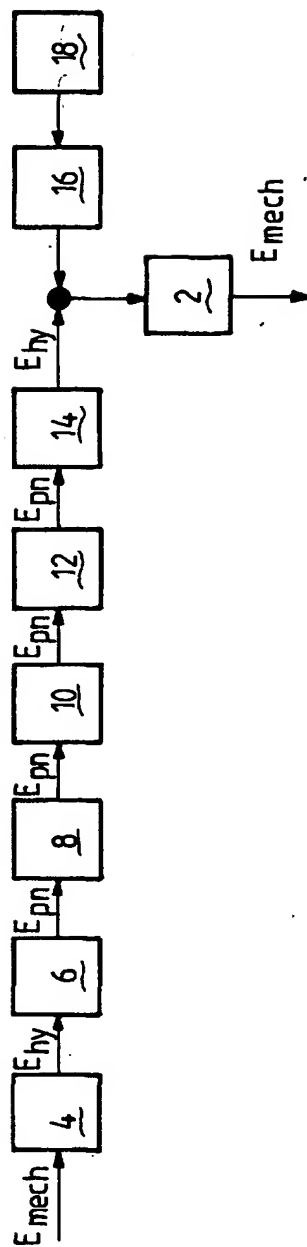
50

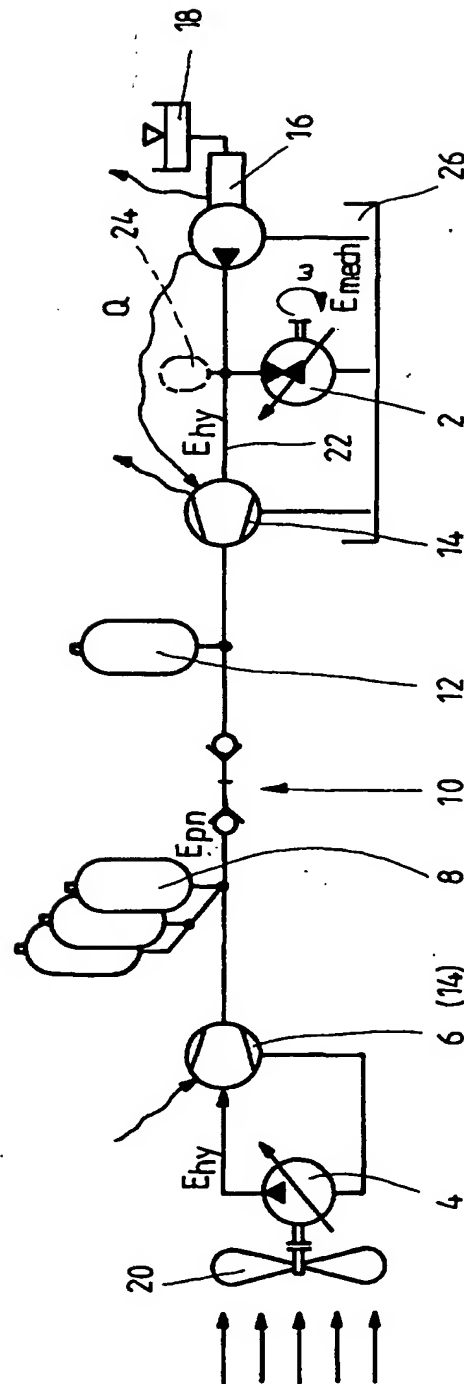
55

60

65

FIG.1





**FIG. 2**

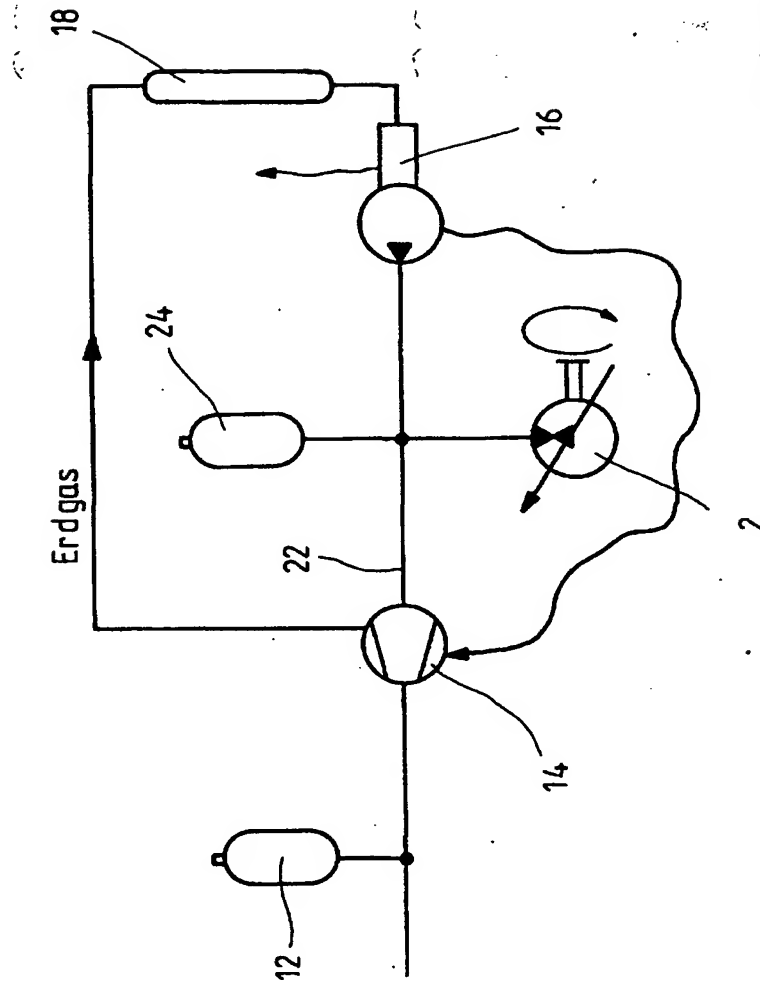


FIG.3